



URETEK IST DIE LÖSUNG

GEO.ACTION



BAUGRUBEN

Seite **2**

URETEK bietet effiziente Lösungen – auch bei Aushubarbeiten mit erhöhten Risiken



NESTLÉ (SUISSE SA), LA TOUR-DE-PEILZ:

Erweiterungsbauten erfordern eine Baugrundverstärkung

Seite **7**



SBB-BAHNHOF, REBSTEIN-MARBACH:

Perron nach Setzungen zurückgehoben

Seite **10**

CASE HISTORY

Baugrund: Risiken und Herausforderungen – URETEK Lösungen bei Aushubarbeiten



Aushubarbeiten sind trotz umfangreicher Planungen und Sicherungsmassnahmen mit nicht unerheblichen Risiken verbunden. Aufgrund der immer mehr zunehmenden verdichteten Bauweise und dem vermehrten Bauen im Bestand, insbesondere im innerstädtischen Bereich, erhöhen sich die Anforderungen an eine schadenfreie Ausföhrungen der Arbeiten.

Auswirkungen auf Nachbarliegenschaften können gravierende Folgen haben. Aber auch Arbeiten am Gebäude oder Bauwerk selbst können problematisch sein, sobald Lasten – z. B. durch Aufstockungen oder statisch notwendige Erthüchtigungen – erhöht werden und der Baugrund diese aber nicht aufnehmen kann. Anhand von unterschiedlichen

Beispielen wird aufgezeigt, wie Probleme und Anforderungen im Zusammenhang mit Aushubarbeiten und Lasterhöhungen gelöst werden können.

Bei allen Beispielen wurde nach der Methode **URETEK Deep Injections®** expandierendes Kunstharz Geoplus® in den Untergrund eingebracht. Ziel dieser Massnahme ist eine Erhöhung der Tragfestigkeit des Fundamentuntergrundes. Hierbei hängt es von den individuellen Anforderungen ab, wie tief, auf welcher Länge und wie das Kunstharz in den Fundamentuntergrund eingebracht wird.

Der Prozess ist prinzipiell bei allen Beispielen gleich und kann wie folgt beschrieben werden: Sobald die zu behandelnde Zone im Fundamentuntergrund erreicht wird, beginnt das Kunstharz, sich mit einem Druck von bis zu 10000 kPa (100 kg/cm²) in alle Richtungen auszubreiten.

Das Kunstharz verteilt und breitet sich dorthin aus, wo der Gründungsboden schwächer und eine Verfestigung notwendig ist. Sobald der Widerstand des Bodens grösser ist als das Gewicht des Bodens und der darüberliegenden Struktur, wird sich der Druck durch die Kunstharzexpansion nach oben ausdehnen und eine Anhebung des Bauwerkes bewirken.

Der Beginn der Anhebung zeigt an, dass der Untergrund einen Verfestigungs- bzw. Verdichtungsgrad erreicht hat, der den statischen Spannungen der darüber liegenden Lasten sowie den dynamischen Spannungen der Hebung selbst widerstehen kann. Dadurch ist in diesem Bereich die Tragfähigkeit des Untergrundes grösser als die statische Belastung.

Destabilisierung bei Nachbargebäuden/zusätzliche Lasten bei Umbauarbeiten

Stadthaus Georges-Favon, Genf

Ausgangslage: Beim Stadthaus Georges-Favon in Genf handelt es sich um ein 6-geschossiges Wohn- und Geschäftshaus im östlichen Bereich einer Blockrandbebauung. Baujahr ist ca. 1900. Die Fundierung ist ein Streifenfundament. Der Baugrund besteht zum Teil aus setzungsempfindlichem Schüttmaterial. Im südlichen und westlichen Bereich wurde ein Neubau erstellt, dessen Aushubtiefe ca. 1.5 m tiefer lag als die Fundamentsohle beim Stadthaus. Dabei sind grössere Setzungen beim Stadthaus entstanden, welche zum Teil durch Auflockerungen des Untergrunds begründet sind. Etwa ein bis zwei Jahre später sind Umbauarbeiten beim Stadt-

haus geplant gewesen. Das Einbringen von neuen Betondecken führte zu einer Lasterhöhungen von ca. 5–10% und hätte weitere Setzungen verursacht.

Problemlösung: Nach umfangreichen Abklärungen wurde nach der **URETEK Deep Injections®**-Methode expandierendes Kunstharz in drei Injektionsstufen in eine Tiefe bis 3 m ab Unterkante Fundament im angrenzenden Bereich zum Neubau injiziert. Somit konnten der Untergrund stabilisiert und die Tragfähigkeit für die Zusatz-Lasten entsprechend erhöht werden. Die Arbeiten waren in 3 Tagen abgeschlossen.

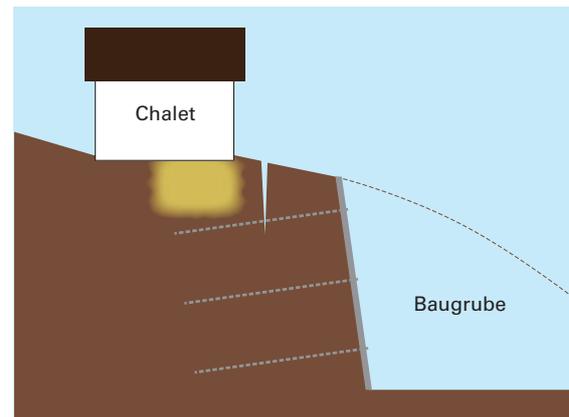


Chalet, Grindelwald

Ausgangslage: Das Chalet in Grindelwald liegt an einem Hang und besteht aus einem 60-jährigen Altbau und einem 40-jährigen Anbau. Der Untergrund besteht aus Moränenschutt. Die Fundation ist unterschiedlich und ist beim Altbau hangabwärts eine ca. 1 m tiefe Betonunterfangung und beim Anbau eine Betonplatte mit umlaufendem Frostriegel mit einer Tiefe von ca. 1 m. Bei Bauarbeiten einer Grossbaustelle bei einer Nachbarliegenschaft wurde eine Baugrube mit einer relativ hohen Nagelwand von ca. 8 m und mit Ankertechnik erstellt. Der Abstand zur Baugrube betrug ca. 5 m. Während dieser Arbeiten erfolgte eine starke Auflockerung des Baugrundes. Diese verursachten bei beiden Gebäude-

teilen des Chalets talseits Setzungen, welche aufgrund der unterschiedlichen Fundierungen beider Gebäudeteile unterschiedlich gross waren. Beim Altbau wurde eine Setzung von ca. 20 mm und eine horizontale Verschiebung von bis zu ca. 15 mm gemessen. Beim Anbau betrug die Setzung bis ca. 10 mm.

Problemlösung: Für die erforderliche Stabilisierung der Setzungen und die Hebung in die ursprüngliche Ausgangsposition wurden Injektionen in 3 Tiefenstufen mit einem Ausdehnungsbereich bis 3 m unter dem Fundamentriegel durchgeführt. Der zu injizierende Fundamentuntergrund auf der Talseite umfasste beim Altbau ca. 11 m und beim Anbau ca. 10 m. Speziell



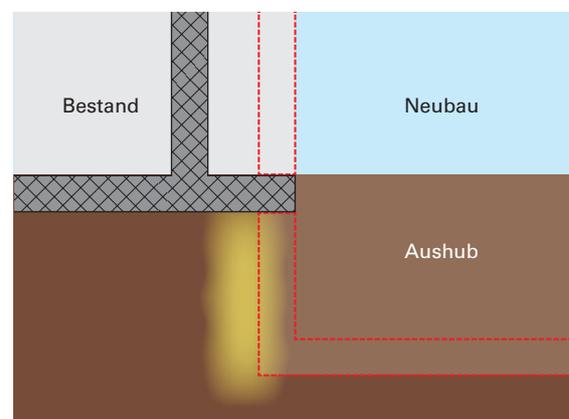
bei diesen Arbeiten war, dass für die Unterstärkung der Hebearbeiten beim Altbau zusätzlich zwei Flachpressen während den Injektionsarbeiten eingesetzt wurden. Die Arbeiten waren in 3 Tagen abgeschlossen.

Anbau an bestehendes Gebäude

Mercedes Garage, Carouge

Ausgangslage: Bei der Mercedes Garage in Carouge wurde ein Neubau an ein bestehendes Industriegebäude realisiert. Die Fundation beim bestehenden Gebäude ist eine Bodenplatte, welche zum Neubau auskragt. Der Baugrund kann als lehmig tonig bezeichnet werden. Die Aushubtiefe beim Neubau lag ca. 1.5 m bis 2.0 m unterhalb der Bodenplatte vom Bestandsbau.

Problemlösung: Um eine Lockerung des Baugrunds im Anschlussbereich zum Bestandsbau zu verhindern, musste eine Stabilisierung in diesem Bereich erfolgen. Mit der **URETEK Deep Injections®**-Methode konnte präventiv die Unterfangung und Stabilisierung des Baugrundes unterhalb der Auskragung im Anschlussbereich des Anbaus an den Bestandsbau erfolgen. Direkt im Anschluss konnte die Betonwand des Neubaus erstellt werden.



Erschütterungen und Setzungen aufgrund von Felsabtragung



Chalet, St. Moritz

Ausgangslage: Das Chalet liegt an einem Hang und ist als typische Holzkonstruktion auf einer Natursteinmauerfundation erstellt worden. Baujahr ist 1908. Der Boden im Bereich des Chalets ist aufgelockert (verschwemmte Moräne, siltig bis leicht toniger Kies mit viel Sandanteil und einzelnen grösseren Steinanteilen). Für einen Neubau wurden Aushub- und Baugrubensicherungsarbeiten neben und unterhalb des Chalets durchgeführt. Für weitere Aushubarbeiten waren Felsabtragungen notwendig. Diese führten zu Setzungen beim Chalet bis zu 11 mm. Es bestand

die Gefahr von weiteren Setzungen und Schäden durch Vibrationen bei den Felsabtragungen.

Problemlösung: Um die Stabilität des aufgelockerten Bodens und damit die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes wieder herzustellen, wurden nach der Methode **URETEK Deep Injections®** Injektionen in 3 Tiefenstufen mit einem Ausdehnungsbereich bis 3 m unter dem Fundamentriegel durchgeführt. Der zu injizierende Fundamentuntergrund umfasste ca. 20 m. Die Arbeiten waren in 2 Tagen abgeschlossen.

Erschütterungen und Setzungen aufgrund von Pfählungs- und Spundwandarbeiten



Wohn-/Geschäftshaus, Lachen

Ausgangslage: Das Wohn- und Geschäftshaus befindet sich im Altstadtbereich von Lachen in der Nähe des Oberen Zürichsees. Das Gebäude ist ca. 50–80-jährig und nicht unterkellert. Die Fundation besteht aus einem Streifenfundament, welches ca. 80–150 cm tief und 60–100 cm breit ist. Gemäss geologisch-technischen Untersuchungen besteht der Untergrund aus siltigem Kies mit Sand und tonigem Silt mit Sand, Bauschutt, Verlandungssedimenten und Deltaablagerungen. Der Untergrund kann daher als setzungsempfindlich bezeichnet werden. Der Grundwasserspiegel in diesem Bereich liegt bei ca. 2.0 bis 2.5 m Tiefe. Bei Bauarbeiten für eine neue, grössere Überbauung auf dem westlich gelegenen Nachbargrundstück wurden beim Einbringen

von Pfählen und Spundwänden Setzungen von bis zu 8 mm beim Gebäude (im Bereich angrenzend zum Neubau) festgestellt.

Problemlösung: Um weitere Setzungen und Schäden zu verhindern, wurden Massnahmen zur Baugrundverbesserung unterhalb der Fundamente entschieden. Nach detaillierten Abklärungen wurde expandierendes Kunstharz in drei Injektionsstufen in eine Tiefe bis 3 m ab Fundamentsohle auf einer Länge 30 m entlang der gesamten Gebäudelänge zum Neubau und ca. 15 m im Bereich von Innenwänden injiziert. Die Setzung konnte somit stabilisiert und der Ausgangszustand wieder hergestellt werden. Die Arbeiten waren in ca. 4 Tagen abgeschlossen.



Oberirdischer Abwasserkanal, Lausanne

Ausgangslage: Bei Spundwandarbeiten im Rahmen von Kanalisations- bzw. Tiefbauarbeiten sind aufgrund von Erschütterungen Setzungen bei einem ca. 1.50 m entfernten Kanalbauwerk entstanden. Das Kanalbauwerk liegt oberirdisch und misst im Querschnitt ca. 2 m x 2 m. Der Baugrund ist lehmig, sandig, kiesig mit grösseren Steinanteilen. Die Fundation des Kanals liegt ca. 60 cm unterhalb Terrain.

Problemlösung: Um weitere Setzungen und damit Schäden am Bauwerk zu verhindern, musste eine Stabilisierung des Untergrundes unterhalb der Fundation stattfinden. Injektionen wurden in verschiedene Tiefen bei ca. 1 m, 2 m, 3 m, 4 m und 4.5 m entlang des Kanals auf einer Länge von ca. 31 m beidseitig durchgeführt. Die Arbeiten waren in 4 Tagen abgeschlossen.

Aushubarbeiten im Bestand

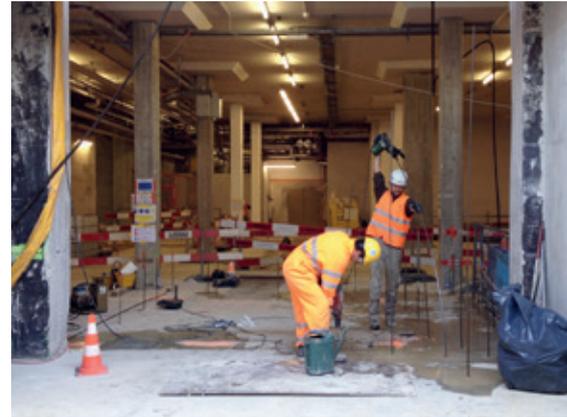
Industriegebäude, Prangins

Ausgangslage: Bei einem Industriegebäude wurde ein nachträglicher Pumpenschacht geplant. Die Masse der dafür vorgesehenen Baugrube lagen bei 3.45 m x 3.45 m mit einer Tiefe von 3.60 m ab Oberkante Fundamentplatte. Der Grundwasserbereich liegt nah unterhalb der Fundamentplatte. Die Konstruktion im unmittelbaren Bereich des geplanten Pumpenschachtes ist eine Stahlbetonkonstruktion mit Stützen und Wänden. Bei der Öffnung der Fundamentplatte ergab sich folgende Problematik:

1. Destabilisierung der umgebenden Stützen und Wände

2. Grundwassereintritt in die Baugrube

Problemlösung: Mit Injektionen entlang der vorgesehenen Baugrube konnte vor Öffnung der Bodenplatte und den Aushubarbeiten zum einen der Baugrund der angrenzenden Stützen und Wände ausreichend stabilisiert werden und zum Anderen bei den vorgesehenen Baugrubenwandungen und der Baugrubensohle eine Verfestigung und Verdichtung gegenüber dem Grundwasser erreicht werden. Der Aushub konnte somit unter idealen Bedingungen erfolgen.

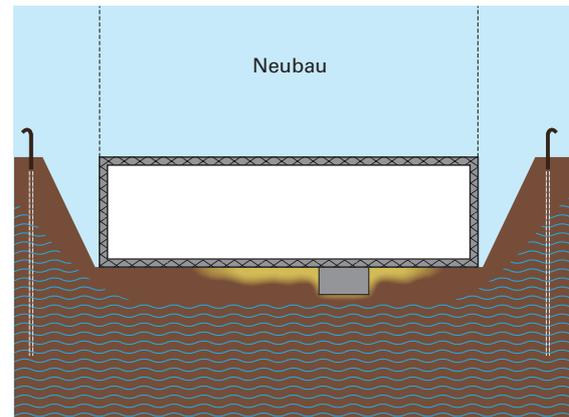


Absenkung des Grundwasserspiegels

Mehrfamilienhaus, Raum Zürichsee

Ausgangslage: Beim Neubau eines Mehrfamilienhauses in der Nähe des Zürichsees wurden für den Baugrubenabschluss Spundwände eingebracht. Eine Grundwasserabsenkung erfolgte mittels Wellpoint-Verfahren. Der Untergrund kann als sandig bezeichnet werden. Nach Erstellung des Untergeschosses wurden Hohlräume und aufgelockerter Grund unter der Bodenplatte festgestellt, welche auf eine zu lange Grundwasserabsenkung zurückzuführen waren. Feinmaterialien wurden über die Dauer der Grundwasserabsenkungen ausgespült.

Problemlösung: Um die Hohlräume des Untergrundes zu verfüllen und den aufgelockerten Grund wieder zu verdichten, wurden Injektionen in den Fundamentuntergrund auf einer Fläche von ca. 50 m² geplant. Somit konnten die Bodenwiderstände und die Tragfähigkeit des Baugrunds erhöht bzw. wieder hergestellt werden. Die exakten Injektionstiefen wurden anhand der Informationen von Rammsondierungen und durch Widerstände beim Einbringen der Injektionslanzen vor Ort ermittelt und bestimmt.



Wassereintritt beim Baugrubenabschluss

Wohn- und Geschäftshaus, Lugano

Ausgangslage: Beim Umbau und Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses in unmittelbarer Nähe zum Luganersee sind für Erweiterungen im Untergeschoss Aushubarbeiten erforderlich gewesen, da ein neues Untergeschoss erstellt werden musste. Als Baugrubenabschluss wurden in kleinen Abständen Mikropfähle gesetzt. Bei den Aushubarbeiten hat sich die Baugrube mit Hangwasser von einem oberhalb der Baustelle gelegenen kleineren Sees gefüllt. Dieses konnte durch den Untergrund zwischen den Mikropfählen in die Baugrube gelangen. Die Aushubarbeiten mussten daher unterbrochen werden.

Problemlösung: Um die Aushubarbeiten weiter wie geplant vornehmen zu können, musste der Untergrund zwischen den Mikropfählen abgedichtet werden, um ein weiteres Eindringen von Hangwasser zu verhindern. Injektionen wurden entlang der Mikropfähle auf einer Länge von ca. 60 m bis in eine Tiefe von 5 m vorgenommen. Damit konnte die Dichtigkeit der Baugrube gegenüber dem anstehenden Hangwasser gewährleistet werden. Das vorhandene Wasser konnte abgepumpt und die Aushubarbeiten konnten wieder aufgenommen werden. Die Arbeiten waren in 9 Tagen abgeschlossen.



Präventive Verfestigung/Stabilisierung vor Aushub

Autobahnverlängerung Schweiz-Frankreich, Tunnel Wasenboden unter Viadukt Luzernerring, Basel

1. Verfestigung/Stabilisierung des Baugrunds bei Brückenbauwerk vor Aushubarbeiten entlang der Fundamente

Ausgangslage: Für den Neubau des Autobahnanschlusses Nordtangente/Luzernerring mussten bei einem Brückenlager umfangreiche und anspruchsvolle Stabilisierungsmassnahmen vorgenommen werden. Der Verkehr der Autobahnverlängerung sollte längsseitig unterhalb des bestehenden Viadukts (worin sich im Bereich des Brückenkopfs diverse Lager-Räume befinden) und innerhalb des Brückenlagers sowie zwischen den Viadukt-Fundamenten durch einen Tunnel geführt werden. Der Viadukt überquert die Bahngeleise, die zum Bahnhof St. Johann führen.

Die Situation des behandelten Brückenlagers stellt sich wie folgt dar: Höhe bis ca. 8.00 m, Länge ca. 77 m, bestehend aus der aufliegenden Fahrbahn, Rahmen, Stützen und Längs- und Querscheiben. Die Abstände zwischen den insgesamt 13 Rahmen/Stützen/Querscheiben betragen je ca. 6 m. Darunter befinden sich 25 Einzelfundamente in verschiedenen Grössen und Tiefen.

Der Baugrund ist siltig bis toniger Kies mit Sand, mit grossen Anteilen an Rollmaterial. Aushubarbeiten ohne Stabilisierungsmassnahmen hätten folglich zum Grundbruch führen können.

Zur Projektsituation: Die Tunnelröhre des neuen Autobahnanschlusses wurde in einer offenen Baugrube innerhalb



des Brückenlagers erstellt. Die Baugrube hat eine Dimension von ca. 90 m Länge, ca. 12 m Breite und variable Tiefen bis ca. 13 m. Unmittelbar unterhalb des Brückenlagers musste der Baugrund verbessert und für den Aushub gesichert werden.

Problemlösung: Für die Festigung des Untergrundes wurden unter allen Einzelfundamenten des Brückenlagers nach der Methode **URETEK Deep Injections®** Injektionen durchgeführt. Diese fanden in zwei Schritten statt:

1. Injektionen direkt unter den Fundamenten bewirkten, dass die geomechanischen Verhältnisse des Untergrundes unter den Fundamenten verbessert und die Scherfestigkeit und die Tragfähigkeit des Untergrundes erhöht wurden.
2. Tiefere Injektionen bis 2 m unterhalb der Unterkante der 25 Einzelfundamente bewirkten eine Verstärkung und Verdichtung des Untergrundes und erhöhten die Tragfähigkeit des Erdreiches.

Beide Arbeitsschritte wurden mittels Lasermessgerät überwacht. Injiziert wurde bis zu ersten Anzeichen einer Anhebung. Diese zeigte an, dass eine ausreichende radiale Verfestigung an jedem Injektionspunkt stattgefunden hat. Die Arbeiten waren in 15 Tagen abgeschlossen.

2. Verfestigung/Stabilisierung Untergrund für Fluchttunnel-Bauarbeiten

Ausgangslage: Bei der Erstellung eines Fluchttunnels an einen bereits bestehenden Notausstieg mit separatem Treppenhaus in unmittelbarer Nähe des Brückenlagers musste im Vorfeld eine Stabilisierung des Untergrundes im Bereich der Tunnelwände und -decke erfolgen. Aushubarbeiten ohne Stabilisierungsmassnahmen hätten auch hier aufgrund der Bodenverhältnisse zum Grundbruch geführt.

Problemlösung: Für die Festigung des Untergrundes im Bereich des Tunnels wurden nach der Methode **URETEK Deep Injections®** entlang der vorgesehenen Tunnelwände und -decke auf einer Länge von ca. 5 m Injektionen in verschiedenen Tiefen bis 10 m durchgeführt. Somit konnten die Tunnelarbeiten unter idealen Voraussetzungen vorgenommen werden.

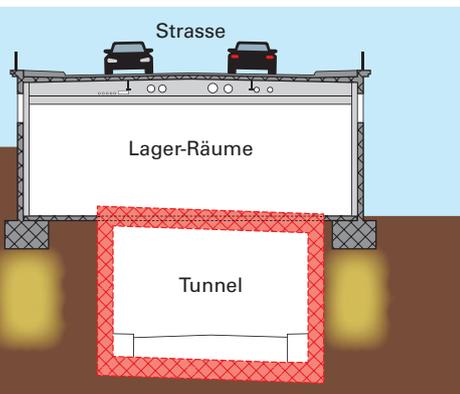
KIB KOMPETENZZENTRUM KUNSTSTOFFE IM BAUWESEN

HSR HOCHSCHULE FÜR TECHNIK RAPPERSWIL

Alexander Foege, Geschäftsführer KIB
Dipl.-Ing. Arch. FH SIA / Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Die URETEK Schweiz AG und das Kompetenzzentrum für Kunststoffe im Bauwesen (KIB) an der HSR Hochschule für Technik Rapperswil arbeiten erfolgreich unter anderem auch in Projekten der angewandten Forschung und Entwicklung aF&E zusammen.

Weitere Informationen zum KIB sind unter www.kib.hsr.ch erhältlich.





Quelle: © Nestlé (Suisse) SA

CASE HISTORY

Erweiterungsbauten für die Nestlé (Suisse SA) erforderten eine Baugrundverstärkung

Bei den Nestlé-Gebäuden in La Tour-de-Peilz fanden diverse Erweiterungsbauten (Um- und Anbauten wie Treppenhaus, Atrium, Zwischen-Gebäude aus Glas und Liftschacht) statt. Lastumlagerungen, Lasterhöhungen, punktuelle Lastabtragungen und auch die Untergrund-Situation machten bei den bestehenden Gebäudeteilen, angrenzend an die neu zu erstellenden Anbauten, und bei den neuen Anbauten eine Verstärkung des Baugrundes unter den Fundamenten erforderlich.

In der Geotechnischen Analyse von Karakas & Français SA wird der Untergrund wie folgt beschrieben:

Die Mächtigkeit der Auffüllung liegt zwischen 1.00 m und 2.75 m. Siltige lakustrische Ablagerungen liegen an der Basis der postglazialen Ablagerungen, die aus sandigen Silten mit wenig Ton oder tonigen Silten mit wenig eingebettetem organischen Material bestehen. Diese Ablagerungen weisen eine Kohäsion mit variabler Konsistenz auf: sehr weich bis weich, sehr selten fest. Sie sind wenig dicht. Der Grundwasserspiegel befindet sich bei ca. 4.50 m unter OK Terrain.

Das Ziel der Injektions-Arbeiten war die Erhöhung der Tragfähigkeit des Untergrundes unter den Fundamenten, da diese den statischen Anforderungen nicht genügt.

Die Injektions-Arbeiten erfolgten in 3 Etappen, wobei jeweils bei jedem Gebäude-Teil vor und nach der Lasterhöhung injiziert und der Baugrund ver-

bessert wurde. Das Kunstharz wurde in verschiedene Tiefen bis ca. -3 m von UK Fundament injiziert. Die Arbeiten wurden konstant mittels Laser überwacht. Der Untergrund wurde maximal verdichtet und wurde durch eine erste Hebereaktion (im mm-Bereich) angezeigt. Die Resultate der Vergleichsmessungen mittels Rammsondierungen zeigten eine deutliche Erhöhung der Bodenwiderstände im injizierten Bereich.

Der Einsatz dauerte insgesamt 8 Tage, und die Arbeiten wurden mit Erfolg abgeschlossen.

PETIGNAT & CORDOBA
Ingénierieur Conseils SA

BRÖNNIMANN & GOTTREUX
ARCHITECTES SA

karakas & français
SA
geotechnique
geostrucures

CASE HISTORY

Fahrbahnplatten unterpresst und stabilisiert

Krummeneichstrasse, Pratteln



Im Rahmen einer Gesamt-Sanierung der Betonstrasse wurden auch einige instabile Fahrbahnplatten stabilisiert. Die Beton-Platten, aufliegend auf einer Kofferung von ca. 50 cm, messen je

24 m² und sind ca. 20 cm stark. Einige der Fahrbahnplatten lagen instabil auf und wiesen Risse auf. Ein paar der Fahrbahnplatten schwankten bei Schwerverkehr und bei Regen entstand ein Pumping-Effekt. Die Injektionen fanden direkt unterhalb der Fahrbahnplatten statt. Mit einem Injektions-Raster von ca. 1.20 m wurden rund 300 m² Fahrbahnplatten unterpresst und stabilisiert.



Setzungen bei Alp-Gebäude erfolgreich gestoppt

Bauernhof «La Meuse», Nods



Die auf einer Alp im Chasseral gelegene Käserei mit Stall ist ca. 100-jährig und steht in einem Hang. Das Gebäude ist im Erdgeschoss in die Bereiche Käserei und Stall unterteilt, der Wohn-Bereich

ist auf zwei Geschosse verteilt. Die Fundation des Bauernhofes besteht aus Naturstein-/Bruchstein-Streifenfundamenten von ca. 1.00 m Breite und ca. 0.50–0.70 m Tiefe (ab OK Terrain). Das Gebäude hat sich auf Grund der Hanglage, von Hangwasser sowie einem möglichen Leitungsbruch im Laufe der Zeit gesenkt. Es sind Spalten und Risse entstanden. Die Setzungen wurden durch Injektionen auf insgesamt 40 ml während 3 Arbeitstagen behoben.



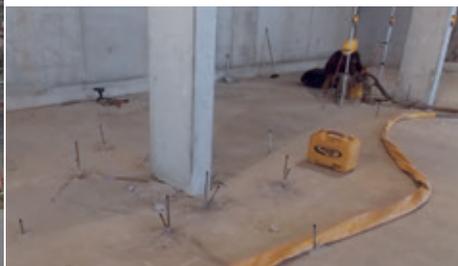
Fundamentuntergrund für zusätzliche Lasten verstärkt

Überbauung «Bachtele», Wimmis



Die Überbauung bestehend aus 3 Gebäuden ist im gemeinsamen Untergeschoss/der Einstellhalle aus einer armierten Beton-Konstruktion. Die Fundation besteht aus einer 25 cm starken Fundamentplatte,

im Bereich der Stützen auf je 2 m x 2 m = 4 m² um zusätzliche 25 cm verstärkt. Da der Untergrund bis -1.00 m ab UK Fundamentplatte aus Recycling-Material besteht und darunter aus feinkörnigem Kies, sollte die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes im Bereich der Stützen für zusätzliche Lasten von 300–500 kN erhöht werden. Während eines Arbeitstages wurde der Untergrund von 5 Stützen bis in eine Tiefe von -2.00 m ab UK Fundament stabilisiert.



CASE HISTORY

Rückhebung von Kranbahn-Gleis

Kranbahn, Swissterminal AG, Frenkendorf

Beim Container-Umschlagplatz Frenkendorf führen Ausschwemmungen von Feinmaterial (Pumping-Effekt) zur Bildung von Hohlräumen im Fundamentuntergrund. Die betroffenen Streifenfundamente aus armiertem Beton wurden um bis zu 3 cm angehoben. Die Hohlräume wurden verfüllt und der Untergrund verpresst. Die Injektions-Arbeiten fanden ohne Betriebsunterbruch statt, wobei 2 Equipen während 4 Tagen/3 Nächten im Einsatz waren. Die Injektionen fanden auf einer Länge von ca. 100 m bis in ca.

3 m ab UK Fundament statt. Die Kranbahn konnte tagsüber den regulären Betrieb störungsfrei fortsetzen. Nach den Injektions-Arbeiten wurde das bestehende Kranbahn-Fundament verbreitert.



Gebäude-Rückhebung nach erfolgter Unterkellerung

Einfamilienhaus, Seftigen

Die 25 cm starke Fundamentplatte des 2000 erstellten Gebäudes liegt auf der Tal-Seite (mit der ganzen Längs-Seite und zur Hälfte der Quer-Seite) auf einer Beton-Stützmauer mit tiefer liegendem Streifenfundament auf. Das Gebäude hat sich seit dessen Erstellung um ca. 15 cm zur Tal-Seite gesenkt. Zur Behebung der Setzungen wurde das Gebäude auf der Tal-Seite unterkellert und mit einer zusätzlichen/neuen Fundamentplatte von ca. 60 m² versehen. Die Injektionen fanden im Aufschüttungsbereich unter dieser neuen Fundament-

platte statt. Der Hebe-Prozess mittels Kunstharz-Injektionen fand unter gleichzeitigem Einsatz von 4 Hydraulikpressen statt, und das Gebäude wurde in 5 Arbeitstagen um ca. 15 cm zurückgehoben.



Damm wieder dicht gemacht

Teich-Damm, Pieterlen

Oberhalb von Pieterlen musste ein Teich-Damm von ca. 5 m Länge verdichtet und verfestigt werden. Der Teich befindet sich in einer Gelände-Senke. Auf der Abfluss-Seite gibt es einen neu erstellten Abfluss-Schacht und einen Damm aus Erd-Material. Im Laufe der Zeit wurde der Damm undicht, und trotz diverser provisorischer Sicherheits-Massnahmen floss viel Wasser auf das

Nachbar-Grundstück. Es fanden Injektionen bis in eine Tiefe von ca. 3 m statt, um den Damm abzudichten und das Wasser wieder gezielt über den Abfluss aus dem Teich abzuleiten.





CASE HISTORY

SBB-Bahnhof Rebstein-Marbach: Perron nach Setzungen zurückgehoben

Im Juli 2016 wurde das abgesunkene Perron des SBB-Bahnhofs Rebstein-Marbach auf einer Länge von 150 m ohne grössere Beeinträchtigung des Personenverkehrs in nur drei Wochen zurückgehoben.

Bei der Sanierung des Bahnhof-Perrons Rebstein-Marbach im St. Galler Rheintal haben die SBB erstmals und erfolgreich das **URETEK Deep Injections®**-Verfahren eingesetzt.

Beim Bahnhof Rebstein-Marbach entstanden im Laufe der Zeit auf einer Strecke von 150 Metern Setzungen

des Perron-Untergrunds entlang des Gleises. Gründe für die Setzungen sind der stark setzungsempfindliche Untergrund, Vibrationen durch die Bautätigkeiten für die angrenzenden Neubauten sowie die dynamischen Belastungen des Zugsverkehrs. Zudem fanden im Untergrund Grundwasserspiegel-Bewegungen statt.



Bei einer konventionellen Stabilisierung des Perron-Untergrunds mit baulichen Massnahmen hätte der Bahnhof vermutlich geschlossen werden müssen.

Die SBB entschieden sich aus folgenden Gründen für die Methode **URETEK Deep Injections®**:

- der Zug-Verkehr konnte wie gewohnt stattfinden
- für die Passagiere gab es keinerlei Einschränkungen beim Ein-/Aussteigen
- der Untergrund konnte nachhaltig verfestigt und stabilisiert werden
- die Sanierung erfolgte innert kürzester Zeit
- die Arbeiten erfüllten die hohen Qualitätsansprüche und die noch höheren Sicherheits-Standards der SBB voll und ganz

Untergrund mit Kunstharz-Injektionen stabilisiert

Das verwendete Kunstharz ist eine patentierte, geprüfte und in der Schweiz seit über 20 Jahren angewandte und bewährte Polyurethan-Mischung. Sie wird in flüssigem Zustand mittels Injektionslanzen und kontrolliertem Druck durch Bohrlöcher von 12 bis 25 mm Durchmesser und in einem festgelegten Abstand in den zu stabilisierenden Untergrund eingespritzt.

Dort verteilt sich das Kunstharz, verfüllt alle Hohlräume und verdichtet und verfestigt den Untergrund dauerhaft. Die Expansionskraft des Kunstharzes beträgt 10000 kPa (100 kg/cm² respektive 100 bar), und das Volumen vergrössert sich (gemessen im Luftraum, ohne Widerstand) bis um das 30-fache. Das Ausmass der Anhebung durch die Kunstharz-Injektionen kann auf den mm genau erfolgen und wird mittels Laser permanent überwacht und kontrolliert.

Arbeits-Ausführung

Das stabilisierte Perron im SBB-Bahnhof Rebstein-Marbach besteht aus einem Asphaltbelag mit zum Teil nicht nur gleisseitigen Beton-Elementen als L-Fundation. Die Tiefe der Beton-Elemente liegt bei -1.50 m ab OK Perron, die Breite beträgt 1.00 m.

Das Perron wurde in zwei Injektions-Linien auf einer Länge von 150 m zwischen 2 cm und 14 cm (im stärker gesenkten Bereich) angehoben und der Untergrund stabilisiert. Nach den Bohrungen wurden in einem Abstand von 2 m Injektionslanzen bis in die unterschiedlichen Tiefen unter dem L-Fundament abgeteuft, wobei wegen der Fahrleitung die Maximal-Länge der Injektionslanzen von 2.50 eingehalten werden musste. Die Injektions-Arbeiten erforderten viel Erfahrung und Finger-

spitzengefühl, denn trotz Voruntersuchungen und Berechnungen konnte der der Verdichtungs- und Anhebungsgrad von Meter zu Meter variieren.

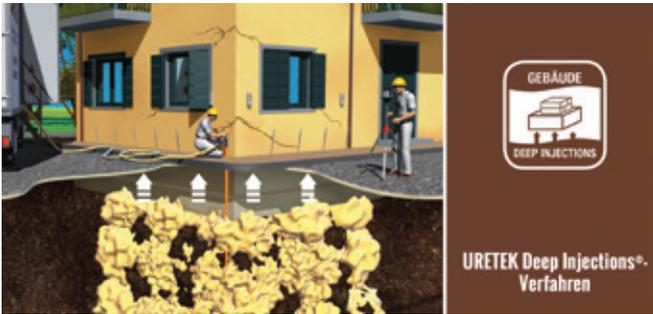
Die Injektions-Arbeiten mit dem **URETEK Deep Injections®**-Verfahren überzeugten die SBB, denn unter Einhaltung aller Sicherheitsaspekte sei es gelungen, eine notwendige Sanierung innerhalb von nur drei Wochen zu bewältigen. Anders als bei einer konventionellen Sanierung, die Monate gedauert und einen enormen logistischen Aufwand bedeutet hätte, wurde der Untergrund mit 2 Teams à je 3 URETEK-Techniker in nur 3 Wochen verfestigt.

Verfasserin:
Sabine Steiger Buchschacher,
Real-Estate Move AG, 6003 Luzern

Projektleiter:
Kaj Gugat
Teamleiter/Oberbauleiter BSL-T1

 **SBB CFF FFS**
Schweizerische Bundesbahnen AG
Infrastruktur, Projekte Zürich
Bauleitung, Sicherheit & Logistik
Vulkanplatz 11, 8048 Zürich

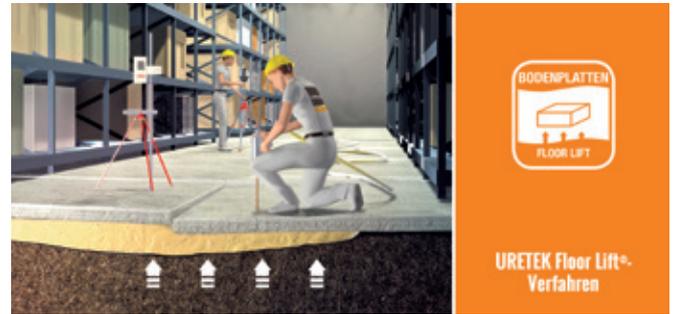
URETEK – ein Name, vier Methoden



Mit dem **URETEK Deep Injections®**-Verfahren werden Setzungen bei Gebäuden und anderen Bauteilen gestoppt.

Das URETEK Kunstharz wird dabei direkt unter das Fundament und in den tieferen Baugrund injiziert. Das flüssige Kunstharz dehnt sich sofort aus und verfestigt sich nach kurzer Zeit – der Boden ist verdichtet.

Anwendungs-Gebiete: Baugrundverbesserung, Gebäudestabilisierung und -hebung, Erhöhung der Tragfähigkeit des Baugrundes vor Aufstockungen usw.



Das **URETEK Floor Lift®**-Verfahren ermöglicht eine präzise Anhebung und Nivellierung von grossen Beton-Bodenflächen mit kleinem Aufwand.

Das flüssige URETEK-Kunstharz wird direkt unter den Betonboden injiziert. Es dehnt sich unmittelbar aus, verfüllt vorhandene Hohlräume und verfestigt sich innert kurzer Zeit. Der Boden wird mit hoher Präzision angehoben und stabilisiert.

Anwendungs-Gebiete: Industriehallen, Verkehrsflächen wie Strassen, Flughäfen usw.



Mit dem **URETEK Walls Restoring®**-Verfahren wird der Mörtelverbund von unterschiedlichstem Mauerwerk wiederhergestellt.

Das URETEK Walls Restoring®-Verfahren ist eine sichere, schnelle und kostengünstige Methode, um instabiles Mauerwerk dauerhaft wieder zu verfestigen.

Anwendungs-Gebiete: Fundament- und Stützmauern, Dämme usw.



Mit dem **URETEK Cavity Filling®**-Verfahren werden unter- und oberirdische Räume verfüllt.

Das URETEK Cavity Filling®-Verfahren erlaubt eine saubere, schnelle und effektive Ausführung der Arbeiten. Das in den Hohlraum eingepumpte Füll-Material ist durch Injektionen von expandierendem Kunstharz gesättigt; der Hohlraum ist nicht mehr setzungsempfindlich.

Anwendungs-Gebiete: natürliche Hohlräume und nicht mehr benötigte Räume wie ehemalige Stollen, Kanäle usw.

Schwerpunkt im Geo.ACTION 8/2018:

Grundwasserverträglichkeit von URETEK-Kunstharzen